

JP2003086836

Title:

LIGHT-EMITTING DIODE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high-intensity LED bonded at a low temperature to a low-cost transparent substrate, such as a glass substrate, by a transparent adhesive layer. **SOLUTION:** The LED comprises an epitaxial layer 16 having an absorption substrate and a transparent substrate 10 bonded to the layer 16 with a transparent adhesive 14. The absorption substrate is then removed for the formation of an LED having the transparent substrate 10. Since the substrate 10 is low in photoabsorptivity, high light emitting efficiency is achieved. Furthermore, since a 1st metal coupling layer 32 is electrically connected to a 1st ohmic contact layer 28 by an electrode connecting channel 31, LED light emission efficiency is enhanced because, in this design, a voltage drops and a current distribution is improved at a certain current level.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-86836

(P2003-86836A)

(43) 公開日 平成15年3月20日 (2003.3.20)

(51) Int.Cl.⁷H 0 1 L 33/00
21/205

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00
21/205

テームト (参考)

B 5 F 0 4 1
5 F 0 4 5

審査請求 有 請求項の数32 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2002-51455(P2002-51455)

(22) 出願日 平成14年2月27日 (2002.2.27)

(31) 優先権主張番号 9 0 1 2 2 7 1 5

(32) 優先日 平成13年9月13日 (2001.9.13)

(33) 優先権主張国 台湾 (TW)

(71) 出願人 500445022

ユナイテッド エピタクシー カンパニー
リミテッドUnited Epitaxy Comp
any, Ltd.台湾 シンツウ サイエンスベースト
インダストリアル パーク リーシン ロ
ード ナンバー10 9エフ

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣 (外1名)

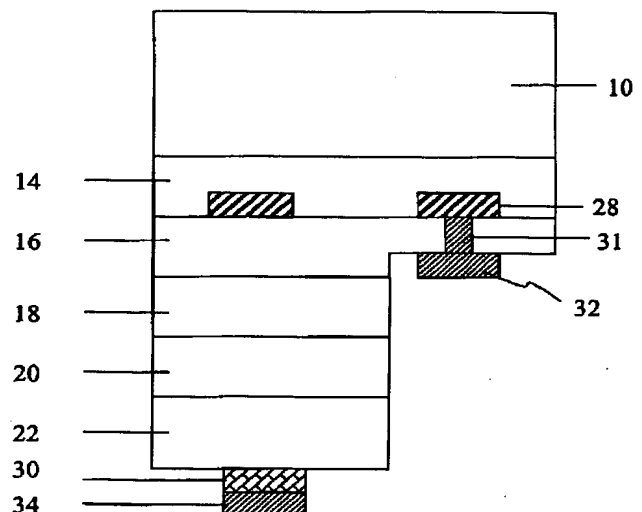
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光ダイオードおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】本発明の課題は、ガラスのような低コストの透明基板に、柔らかい透明接着層によって低温で接合された高輝度LEDを提供することである。

【解決手段】本発明は発光ダイオード (LED) およびその製造方法を開示した。本発光ダイオードは、吸収基板を有するエピタキシャル層16に透明接着材14を介して接着した透明基板10からなる。次に、この吸収基板は除去されて、透明基板10を有する発光ダイオードを形成する。透明基板10は低光吸収なので、本発明は高発光効率を提供する。さらに、第1金属結合層32は電極接続チャネル31により第1オーム接触層28と電氣的に接続しているので、一定の電流において電圧が低下し、かつ電流分布が向上して、発光ダイオードの発光効率を向上させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】上部クラッド層と下部クラッド層とに挟まれた活性層からなるAlGaInP多層エピタキシャル接合と、
 該上部クラッド層上に第1方向に形成されるエピタキシャル層と、
 該エピタキシャル層上に第1方向に形成される第1オーミック接触層と、
 該第1オーミック接触層上の第1方向に位置する透明接着層と、
 該透明接着層を介して該第1オーミック接触層に第1方向に接着する透明基板と、
 該下部クラッド層上に、前記第1方向と反対の方向である第2方向に形成される第2オーミック接触層と、
 該エピタキシャル層上に第2方向に形成される第1金属結合層と、
 該第2オーミック接触層上に第2方向に形成される第2金属結合層と、
 該第1金属結合層を該第1オーミック接触層に電氣的に接続させるために、該エピタキシャル層内に形成される電極連結チャンネルと、からなる発光ダイオード。

【請求項2】前記AlGaInP多層エピタキシャル接合が、lGaInPのホモ接合、シングルヘテロ接合、ダブルヘテロ接合(DH)、および多重量子井戸接合(MQW)からなる群から選択される、請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項3】前記エピタキシャル層がp-型材料で形成される、請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項4】前記第1オーミック接触層がp-型材料で形成され、前記第2オーミック接触層がn-型材料で形成される、請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項5】前記透明基板が、サファイヤ、ガラス、GaP、GaAsP、ZnSe、ZnS、ZnSSe、およびSiCからなる群から選択される、請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項6】前記透明接着層が、BCB(ビスベンゾシクロブテン)およびエポキシからなる群から選択される、請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項7】前記金属結合層がAlおよびAuからなる群から選択される、請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項8】前記電極接続チャンネルが前記第1金属結合層と同一の材料である、請求項1に記載の発光ダイオード。

【請求項9】 基板を作製する工程と、
 該基板上に第1方向にエッチング停止層を形成する工程と、
 該エッチング停止層上に、上部クラッド層と下部クラッド層とに挟まれた活性層からなるAlGaInP多層エピタキシャル接合を第1方向に形成する工程と、 該上部クラッド層上に、エピタキシャル層を第1方向に形成

する工程と、

該エピタキシャル層上に、第1オーミック接触層を第1方向に形成する工程と、

透明基板を作製する工程と、

該透明基板上に被覆された透明接着層を介して、該透明基板を該第1オーミック接触層と該エピタキシャル層とに接着させる工程と、

該基板と該エッチング停止層とを除去する工程と、

該エピタキシャル層を露出させるために、該AlGaInP多層エピタキシャル接合の一部および該エピタキシャル層の一部を除去する工程と、

該第1オーミック接触層を露出させるためにエピタキシャル層内にチャンネルを形成する工程と、

該露出されたエピタキシャル層上に第1金属結合層を、第1方向とは反対方向の第2方向に形成する工程と、

該チャンネルを充填して該第1金属結合層を該第1オーミック接触層に電氣的に接続させるための電極接続チャンネルを形成する工程と、

該下部クラッド層上に第2方向に第2オーミック接触層を形成する工程と、

該第2オーミック接触層上に第2金属結合層を第2方向に形成する工程と、からなる発光ダイオードの製造方法。

【請求項10】前記基板がGaAsからなる、請求項9に記載の方法

【請求項11】前記AlGaInP多層エピタキシャル接合が、AlGaInPのホモ接合、シングルヘテロ接合、ダブルヘテロ接合(DH)、および多重量子井戸接合(MQW)からなる群から選択される、請求項9に記載の方法。

【請求項12】前記透明基板が、サファイヤ、ガラス、GaP、GaAsP、ZnSe、ZnS、ZnSSe、およびSiCからなる群から選択される、請求項9に記載の方法。

【請求項13】前記エピタキシャル層がp-型材料で形成される、請求項9に記載の方法。

【請求項14】前記第1オーミック接触層がp-型材料で形成され、前記第2オーミック接触層がn-型材料で形成される、請求項9に記載の方法。

【請求項15】前記透明接着層が、BCB(ビスベンゾシクロブテン)およびエポキシからなる群から選択される、請求項9に記載の方法。

【請求項16】前記透明接着層を介して、前記透明基板を前記エピタキシャル層および前記第1オーミック接触層に接着させる工程では、接着工程で、60℃～100℃で加圧加熱する工程、および、接着工程で、200℃～600℃で加圧加熱する工程と、からなる、請求項9に記載の方法。

【請求項17】前記金属結合層がAlおよびAuからなる群から選択される、請求項9に記載の発光ダイオード。

【請求項18】上部クラッド層と下部クラッド層とに挟まれた活性層からなるAlGaAs多層エピタキシャル接合と、
 該AlGaAs多層エピタキシャル接合上に第1方向に形成される第1オーム接触層と、
 該第1オーム接触層上に第1方向に位置する透明接着層と、
 該透明接着層を介して第1オーム接触層に第1方向に接着される透明基板と、
 該下部クラッド層上に、第1方向とは反対方向の第2方向に形成される第2オーム接触層と、
 該上部クラッド層上に第2方向に形成される第1金属結合層と、
 該第2オーム接触層の上に第2方向に形成される第2金属結合層と、
 該第1金属結合層を該第1オーム接触層に電氣的に接続させるための、該上部クラッド層内の電極接続チャンネルと、
 からなる発光ダイオード。
 【請求項19】前記AlGaAs多層エピタキシャル接合が、AlGaAsのホモ接合、シングルヘテロ接合、ダブルヘテロ接合(DH)、および多重量子井戸接合(MQW)からなる群から選択される、請求項18に記載の発光ダイオード。
 【請求項20】前記第1オーム接触層がp-型材料で形成されており、前記第2オーム接触層がn-型材料で形成される、請求項18に記載の発光ダイオード。
 【請求項21】前記透明基板が、サファイヤ、ガラス、GaP、GaAsP、ZnSe、ZnS、ZnSSe、およびSiCからなる群から選択される、請求項18に記載の発光ダイオード。
 【請求項22】前記透明接着層が、BCB(Bステージビスベンゾシクロブテン)およびエポキシからなる群から選択される、請求項18に記載の発光ダイオード。
 【請求項23】前記金属結合層がAlおよびAuからなる群から選択される、請求項18に記載の発光ダイオード。
 【請求項24】前記電極接続チャンネルが前記第1金属結合層と同一材料である、請求項18に記載の発光ダイオード。
 【請求項25】発光ダイオードの製造方法で、少なくとも基板を製造する工程と、
 該基板上に第1方向に、上部クラッド層と下部クラッド層とに挟まれた活性層からなるAlGaAs多層エピタキシャル接合を形成する工程と、
 該AlGaAs多層エピタキシャル接合上に第1方向に第1オーム接触層を形成する工程と、
 透明基板を製造する工程と、
 該透明基板上に被覆された透明接着層を介して、該透明基板を該第1オーム接触層および上部クラッド層とに第1方向に接着させる工程と、

上記基板を除去する工程と、
 該上部クラッド層を露出させるために、AlGaAs多層エピタキシャル接合の一部および該上部クラッド層の一部を除去する工程と、
 該第1オーム接触層を露出させるために該露出された上部クラッド層内にチャンネルを形成する工程と、
 該露出された上部クラッド層上に、第1方向とは反対方向である第2方向に、第1金属結合層を形成する工程と、
 該チャンネルに充填して、該第1金属結合層を該第1オーム接触層に電氣的に接続させるための電極接続チャンネルを形成する工程と、
 該下部クラッド層上に第2方向に第2オーム接触層を形成する工程と、
 該第2オーム接触層上に、第2方向に第2金属結合層を形成する工程と、
 からなる製造法

【請求項26】前記基板がGaAsで形成されている、請求項25に記載の方法。

【請求項27】前記AlGaAs多層エピタキシャル接合が、AlGaAsのホモ接合、シングルヘテロ接合、ダブルヘテロ接合(DH)、および多重量子井戸接合(MQW)からなる群から選択される、請求項25に記載の方法。

【請求項28】前記第1オーム接触層がp-型材料で形成されており、前記第2オーム接触層がn-型材料で形成されている、請求項25に記載の方法。

【請求項29】前記透明基板が、サファイヤ、ガラス、GaP、GaAsP、ZnSe、ZnS、ZnSSe、およびSiCからなる群から選択される、請求項25に記載の方法。

【請求項30】前記透明接着層が、BCB(Bステージビスベンゾシクロブテン)およびエポキシからなる群から選択される、請求項25に記載の方法。

【請求項31】前記透明接着層を介して、前記透明基板を前記エピタキシャル層および前記第1オーム接触層に接着させる工程では、接着工程で、60℃～100℃で加圧加熱すること、および、接着工程で、200℃～600℃で加圧加熱すること、
 からなる請求項25に記載の方法。

【請求項32】前記金属結合層がAlおよびAuからなる群から選択される、請求項25に記載の発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は発光ダイオードに関し、より詳細にはAlGaInP発光ダイオードに関するものである。

【0002】

【従来の技術】ダブルヘテロ構造を有する従来のAlGaInP発光ダイオード(LED)は、図6に示すよう

に、 n -型GaAs基板3、 n -型 $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ で $x=0.7\sim 1.0$ の下部クラッド層4、 $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ 活性層5、 $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ で $x=0.7\sim 1.0$ の上部クラッド層6、および高エネルギーバンドギャップを有する p -型の電流拡散層7からなる。 p -型の電流拡散層7の材料はGaP、GaAsP、GaInP、およびAlGaAsから選択される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】LEDの発光波長は、活性層5のAl組成により555nmの緑色光から650nmの赤色光まで変化する。しかしながら、光が活性層5からGaAs基板3に放射されると、GaAs基板3の低エネルギーバンドギャップのために、光はGaAs基板3に吸収され、低効率なLEDを形成することになる。

【0004】従来の手法では、GaAs基板3による光吸収を回避するために、GaAs基板上に光を反射するための分布ブラッグ反射体(DBR)を形成する。しかしながら、DBR層は基板に対してほぼ垂直な出射光を反射するだけである。したがって、DBR層の応用は有効ではない。

【0005】また、発光効率を向上させるために、 $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ /GaP LEDのウェハ結合透明基板(TS)が提案されている。このTS AlGaInP LEDはVPE(気相エピタキシ)手法により形成されており、約50 μm 厚の p -型GaP窓層を形成する。次いで、 n -型AlGaInPの下部クラッド層を露出させるために、GaAs基板が除去される。さらに、その露出された n -型AlGaInPの下部クラッド層は n -型GaP基板に接合される。

【0006】ウェハ結合手法は2つの型のIII-V化合物半導体を直接に接合させるので、その工程はより高温での加圧加熱を要する。TS AlGaInP LEDの発光効率は吸収基板AlGaInP LEDの2倍になる。しかしながら、TS AlGaInP LEDの層の製造が複雑であり、かつ非オーム接触層の境界面間の電気伝導が高抵抗のため、高生産歩留まりと低コストとを得ることは困難である。

【0007】他の先行例では、AlGaInP/金属/SiO₂/Siのミラー基板(MS)LEDが提案されている。Si基板とエピタキシャル層とはAuBe/Auによって接合されている。しかしながら、20mAの動作電流において、MS AlGaInP LEDの発光強度(約90mcd)はTS AlGaInP LEDの発光強度よりも40%低い。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために、請求項1に記載の発明は、上部クラッド層と下部クラッド層とに挟まれた活性層からなるAlGaInP

多層エピタキシャル接合と、該上部クラッド層上に第1方向に形成されるエピタキシャル層と、該エピタキシャル層上に第1方向に形成される第1オーム接触層と、該第1オーム接触層上の第1方向に位置する透明接着層と、該透明接着層を介して該第1オーム接触層に第1方向に接着する透明基板と、該下部クラッド層上に、前記第1方向と反対の方向である第2方向に形成される第2オーム接触層と、該エピタキシャル層上に第2方向に形成される第1金属結合層と、該第2オーム接触層上に第2方向に形成される第2金属結合層と、該第1金属結合層を該第1オーム接触層に電氣的に接続させるために、該エピタキシャル層内に形成される電極連結チャネルと、からなることを要旨とする。

【0009】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発光ダイオードにおいて、前記AlGaInP多層エピタキシャル接合が、AlGaInPのホモ接合、シングルヘテロ接合、ダブルヘテロ接合、および多重量子井戸接合からなる群から選択される、ことを要旨とする。

【0010】請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の発光ダイオードにおいて、前記エピタキシャル層が p -型材料で形成される、ことを要旨とする。請求項4に記載の発明は、請求項1に記載の発光ダイオードにおいて、前記第1オーム接触層が p -型材料で形成され、前記第2オーム接触層が n -型材料で形成される、ことを要旨とする。

【0011】請求項5に記載の発明は、請求項1に記載の発光ダイオードにおいて、前記透明基板が、サファイヤ、ガラス、GaP、GaAsP、ZnSe、ZnS、ZnSSe、およびSiCからなる群から選択される、ことを要旨とする。

【0012】請求項6に記載の発明は、請求項1に記載の発光ダイオードにおいて、前記透明接着層が、BCB(Bステージビスベンゾシクロブテン)およびエポキシからなる群から選択される、ことを要旨とする。

【0013】請求項7に記載の発明は、請求項1に記載の発光ダイオードにおいて、前記金属結合層がAlおよびAuからなる群から選択される、ことを要旨とする。請求項8に記載の発明は、請求項1に記載の発光ダイオードにおいて、前記電極接続チャネルが前記第1金属結合層と同一の材料である、ことを要旨とする。

【0014】請求項9に記載の発明は、基板を作製する工程と、該基板上に第1方向にエッチング停止層を形成する工程と、該エッチング停止層上に、上部クラッド層と下部クラッド層とに挟まれた活性層からなるAlGaInP多層エピタキシャル接合を第1方向に形成する工程と、該上部クラッド層上に、エピタキシャル層を第1方向に形成する工程と、該エピタキシャル層上に、第1オーム接触層を第1方向に形成する工程と、透明基板を作製する工程と、該透明基板上に被覆された透明接着層を介して、該透明基板を該第1オーム接触層と該エピタ

キシヤル層とに接着させる工程と、該基板と該エッチング停止層とを除去する工程と、該エビタキシヤル層を露出させるために、該AlGaInP多層エビタキシヤル接合の一部および該エビタキシヤル層の一部を除去する工程と、該第1オーム接触層を露出させるためにエビタキシヤル層内にチャンネルを形成する工程と、該露出されたエビタキシヤル層上に第1金属結合層を、第1方向とは反対方向の第2方向に形成する工程と、該チャンネルを充填して該第1金属結合層を該第1オーム接触層に電気的に接続させるための電極接続チャンネルを形成する工程と、該下部クラッド層上に第2方向に第2オーム接触層を形成する工程と、該第2オーム接触層上に第2金属結合層を第2方向に形成する工程と、からなることを要旨とする。

【0015】請求項10に記載の発明は、前記基板がGaAsからなることを要旨とする。請求項11に記載の発明は、請求項9に記載の方法において、前記AlGaInP多層エビタキシヤル接合が、AlGaInPのホモ接合、シングルヘテロ接合、ダブルヘテロ接合、および多重量子井戸接合からなる群から選択される、ことを要旨とする。

【0016】請求項12に記載の発明は、請求項9に記載の方法において、前記透明基板が、サファイヤ、ガラス、GaP、GaAsP、ZnSe、ZnS、ZnSSe、およびSiCからなる群から選択される、ことを要旨とする。

【0017】請求項13に記載の発明は、請求項9に記載の方法において、前記エビタキシヤル層がp-型材料で形成される、ことを要旨とする。請求項14に記載の発明は、請求項9に記載の方法において、前記第1オーム接触層がp-型材料で形成され、前記第2オーム接触層がn-型材料で形成される、ことを要旨とする。

【0018】請求項15に記載の発明は、請求項9に記載の方法において、前記透明接着層が、BCB（Bステージビスベンゾシクロブテン）およびエポキシからなる群から選択される、ことを要旨とする。

【0019】請求項16に記載の発明は、請求項9に記載の方法において、前記透明接着層を介して、前記透明基板を前記エビタキシヤル層および前記第1オーム接触層に接着させる工程では、接着工程で、60℃～100℃で加圧加熱する工程、および、接着工程で、200℃～600℃で加圧加熱する工程と、からなることを要旨とする。

【0020】請求項17に記載の発明は、請求項9に記載の発光ダイオードにおいて、前記金属結合層がAlおよびAuからなる群から選択される、ことを要旨とする。請求項18に記載の発明は、上部クラッド層と下部クラッド層とに挟まれた活性層からなるAlGaAs多層エビタキシヤル接合と、該AlGaAs多層エビタキシヤル接合上に第1方向に形成される第1オーム接触層

と、該第1オーム接触層上に第1方向に位置する透明接着層と、該透明接着層を介して第1オーム接触層に第1方向に接着される透明基板と、該下部クラッド層上に、第1方向とは反対方向の第2方向に形成される第2オーム接触電極と、該上部クラッド層上に第2方向に形成される第1金属結合層と、該第2オーム接触層の上に第2方向に形成される第2金属結合層と、該第1金属結合層を該第1オーム接触層に電気的に接続させるための、該上部クラッド層内の電極接続チャンネルと、からなることを要旨とする。

【0021】請求項19に記載の発明は、請求項18に記載の発光ダイオードにおいて、前記AlGaAs多層エビタキシヤル接合が、AlGaAsのホモ接合、シングルヘテロ接合、ダブルヘテロ接合、および多重量子井戸接合からなる群から選択される、ことを要旨とする。

【0022】請求項20に記載の発明は、請求項18に記載の発光ダイオードにおいて、前記第1オーム接触層がp-型材料で形成されており、前記第2オーム接触層がn-型材料で形成される、ことを要旨とする。

【0023】請求項21に記載の発明は、請求項18に記載の発光ダイオードにおいて、前記透明基板が、サファイヤ、ガラス、GaP、GaAsP、ZnSe、ZnS、ZnSSe、およびSiCからなる群から選択される、ことを要旨とする。

【0024】請求項22に記載の発明は、請求項18に記載の発光ダイオードにおいて、前記透明接着層が、BCB（Bステージビスベンゾシクロブテン）およびエポキシからなる群から選択される、ことを要旨とする。

【0025】請求項23に記載の発明は、請求項18に記載の発光ダイオードにおいて、前記金属結合層がAlおよびAuからなる群から選択される、ことを要旨とする。請求項24に記載の発明は、請求項18に記載の発光ダイオードにおいて、前記電極接続チャンネルが前記第1金属結合層と同一材料である、ことを要旨とする。

【0026】請求項25に記載の発明は、発光ダイオードの製造方法で、少なくとも基板を製造する工程と、該基板上に第1方向に、上部クラッド層と下部クラッド層とに挟まれた活性層からなるAlGaAs多層エビタキシヤル接合を形成する工程と、該AlGaAs多層エビタキシヤル接合上に第1方向に第1オーム接触層を形成する工程と、透明基板を製造する工程と、該透明基板上に被覆された透明接着層を介して、該透明基板を該第1オーム接触層および上部クラッド層とに第1方向に接着させる工程と、上記基板を除去する工程と、該上部クラッド層を露出させるために、AlGaAs多層エビタキシヤル接合の一部および該上部クラッド層の一部を除去する工程と、該第1オーム接触層を露出させるために該露出された上部クラッド層内にチャンネルを形成する工程と、該露出された上部クラッド層上に、第1方向とは反対方向である第2方向に、第1金属結合層を形成する工

程と、該チャネルに充填して、該第1金属結合層を該第1オーム接触層に電氣的に接続させるための電極接続チャネルを形成する工程と、該下部クラッド層上に第2方向に第2オーム接触層を形成する工程と、該第2オーム接触層上に、第2方向に第2金属結合層を形成する工程と、からなることを要旨とする。

【0027】請求項26に記載の発明は、請求項25に記載の方法において、前記基板がGaAsで形成されている、ことを要旨とする。請求項27に記載の発明は、請求項25に記載の方法において、前記AlGaAs多層エピタキシャル接合が、AlGaAsのホモ接合、シングルヘテロ接合、ダブルヘテロ接合、および多重量子井戸接合からなる群から選択される、ことを要旨とする。

【0028】請求項28に記載の発明は、請求項25に記載の方法において、前記第1オーム接触層がp-型材料で形成されており、前記第2オーム接触層がn-型材料で形成されている、ことを要旨とする。

【0029】請求項29に記載の発明は、請求項25に記載の方法において、前記透明基板が、サファイヤ、ガラス、GaP、GaAsP、ZnSe、ZnS、ZnSSe、およびSiCからなる群から選択される、ことを要旨とする。

【0030】請求項30に記載の発明は、請求項25に記載の方法において、前記透明接着層が、BCB（ビスベンゾシクロブテン）およびエポキシからなる群から選択される、ことを要旨とする。

【0031】請求項31に記載の発明は、請求項25に記載の方法において、前記透明接着層を介して、前記透明基板を前記エピタキシャル層および前記第1オーム接触層に接着させる工程では、接着工程で、60℃～100℃で加圧加熱すること、および、接着工程で、200℃～600℃で加圧加熱すること、からなることを要旨とする。

【0032】請求項32に記載の発明は、請求項25に記載の発光ダイオードにおいて、前記金属結合層がAlおよびAuからなる群から選択される、ことを要旨とする。本発明は発光ダイオード(LED)の接合および製造方法について述べる。本LEDは、AlGaInP多層エピタキシャル接合の上に形成されたエピタキシャル層からなる。このAlGaInP多層エピタキシャル接合は透明接着層によって透明基板と接着する。AlGaInP多層エピタキシャル接合の材料は、ホモ接合、シングルヘテロ接合(SH)、ダブルヘテロ接合(DH)および多重量子井戸(MQW)からなる群から選択される。

【0033】さらに、本LEDは、第1オーム接触層と第2オーム接触層、第1金属結合層を第1オーム接触層に電氣的に接続させるための電極接続チャネルからなる。したがって、第1金属結合層と第2金属結合層とは透明基板に関して同一側にある。

【0034】本発明は発光ダイオードを生産する方法を提供するものである。本方法はエピタキシャル構造の上に第1のオーム接触層を形成する工程からなる。この第1オーム接触層とエピタキシャル接合とは、BCB（ビスベンゾシクロブテン）、エポキシのような透明接着層を介して透明基板と接着する。次に、基板が除去される。

【0035】続いて、本LEDの接合は2段階でエッチングされる。まず、エピタキシャル層を露出させるために、エッチング工程において多層エピタキシャル接合の一部分が約76、2～152、4μm（3～6mils）の幅で除去される。次に、露出されたエピタキシャル層の下層部分が約25、4～76、2μm（1～3mils）の幅で除去されて、第1オーム接触層を露出させたチャネルが形成される。第2オーム接触層が下部クラッド層の上に形成される。次に、第1の金属層と第2の金属層とが第1のオーム接触層と第2のオーム接触層とにそれぞれ接続される。したがって、第1金属結合層と第2金属結合層とは透明基板に関して同一側にある。

【0036】本発明の1つの特長は、接着工程においてV族元素群の蒸発を防ぐために、より低温で透明基板と接着させた高輝度LEDを提供することである。本発明の他の特徴は、低コストで生産歩留まりを向上させるために、ガラスのような低コストの透明基板を用いて集積した高輝度LEDを提供することである。

【0037】本発明の他の特長は、同一電流で動作するときに、より良好な電流分布とより低い電圧との電極チャネルを提供することである。その電極チャネルはまた、同一電圧での発光効率を向上させる。

【0038】本発明の他の特長は、柔らかい透明接着層によって透明基板と接着した高輝度LEDを提供することである。エピタキシャル層の表面が粗面であっても、その透明接着層は確実に機能する。

【0039】

【発明の実施の形態】本発明は発光ダイオード(LED)の接合および製造方法を開示する。図1に関して、本LEDはn-型GaAs基板26、エッチング停止層24、n-型 $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ で $x=0.5\sim 1.0$ である下部クラッド層22、 $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ で $x=0\sim 0.45$ である活性層20、およびp-型 $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P$ で $x=0.5\sim 1.0$ である上部クラッド層18、およびp-型エピタキシャル層16からなる。p-型オーム接触層28はエピタキシャル層16の上に形成されて、逐次第1の方向に配列される。

【0040】エピタキシャル層16は、AlGaAs、AlGaInP、およびGaAsPから選択される。活性層20の光吸収を防ぐためのこのエピタキシャル層16は活性層20よりも大きなエネルギーバンドギャップを、およびオーム接触層になるために高キャリア密度を

有する。

【0041】前述の活性層20は AlGaInP で $x=0\sim0.45$ であり、上部クラッド層18および下部クラッド層22は AlGaInP で $x=0.5\sim1.0$ である。活性層20の一例は $x=0$ の $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ であり、その結果、発光ダイオードの波長が635nmのLEDになる。

【0042】以上、本発明の一実施例について説明したが、本発明はこの実施例に拘束されるものではない。活性層20は、ホモ接合、シングルヘテロ接合(SH)、ダブルヘテロ接合(DH)、および多重量子井戸からなる群から選択される。図1に示されるようなDH接合は、約0.5~3.0 μm 厚の $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ の下部クラッド層22、約0.5~2.0 μm 厚の $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ の活性層20、および約0.5~3.0 μm 厚の $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ の上部クラッド層18からなる。

【0043】エッチング停止層24は、 GaInP 、 AlGaAs のようなIII-V族化合物半導体の群から選択される。 GaAs 基板26と格子整合するいかなる材料もエッチング停止層24に適合する。また、エッチング停止層24のエッチング速度は GaAs 基板26のエッチング速度より遅い。

【0044】図1で示す最初の実施例で、下部クラッド層22のエッチング速度もまた、 GaAs 基板26のエッチング速度より遅い。したがって、下部クラッド層22が十分に厚いときは、エッチング停止層24を備える必要はない。

【0045】次に、図2に示す透明接着層14と透明基板(TS)10を説明する。透明接着層14はBCB(ビスベンゾシクロブテン)や、エポキシのような他の透明性の接着剤から選択される。

【0046】透明基板10の目的はLEDの多層エピタキシャル接合が製造工程中に破壊されることを防ぐことである。したがって、透明基板10は単結晶基板に限定されることはない。コスト低減のために、この透明基板10はサファイヤ、ガラス、 GaP 、 GaAsP 、 ZnSe 、 ZnS 、 ZnSSe 、あるいは SiC のような多結晶基板や非晶質基板から選択される。

【0047】透明基板10は透明接着層14を250℃で暫く加圧加熱することにより、p-型オーム接触層28とエピタキシャル層16とに接着される。エピタキシャル層16と透明基板10との接着を改善するために、透明接着層14が透明基板10に被覆される前に、透明基板10の表面に接着促進剤が被覆される。さらに、接着効果を改善するために、エピタキシャル層16が透明基板10と接着する時に、透明接着層14は有機溶剤を除去するために約60℃~100℃の温度で処理される。次に、約200℃~600℃に昇温する。その結果、透明基板10は透明接着層14によってエピタキシ

ヤル層16と強固に接着する。

【0048】次に GaAs 基板26が、 $5\text{H}_3\text{PO}_4:3\text{H}_2\text{O}_2:3\text{H}_2\text{O}$ 、あるいは $1\text{NH}_4\text{OH}:35\text{H}_2\text{O}_2$ のような腐食性エッチング液によってエッチングされる。エッチング停止層24が、 GaInP あるいは AlGaAs のような光吸収材料からできているときは、そのエッチング停止層24は同一の溶剤により除去されなければならない。

【0049】次に、接合が2段階でエッチングされる。まず、上部クラッド層18と下部クラッド層22とに挟まれた活性層20からなる多層エピタキシャル接合の一部分は、エピタキシャル層16を露出させるために、ドライエッチングあるいはウェットエッチングによって、約76.2~152.4 μm (3~6mils)の幅で除去される。続いて、露出されたエピタキシャル層16の下部が25.4~76.2 μm (1~3mils)の幅で除去されて、p-型オーム接触層28を露出させるチャンネルを形成する。次に、n-型オーム接触層30が下部クラッド層22の上に第2方向に形成される。第2方向は第1方向とは反対の方向である。続いて、第1金属結合層32がエピタキシャル層16の上に形成され、チャンネルが金あるいはアルミニウムによって充填されて電極チャンネル31が形成される。このチャンネルはp-型オーム接触層28と第2の方向で接続される。第2金属結合層34がn-型オーム接触層30の上に第2方向で接続される。その結果、図3に示すように、第1金属結合層32、および第2金属結合層34は透明基板10に関して同一側にある。

【0050】本発明によると、20mAの動作電流において、本LEDの光波長は635nmである。本発明の光の出力電力は約4mWで、この値は光吸収基板を有する従来の AlGaInP LEDの光の出力の2倍の大きさである。

【0051】この AlGaInP LEDの実施例は本発明を制限しない。本発明は赤色光LED用の AlGaAs のような他の材料にも適用可能である。第2の実施例中の図4において、本発明による発光ダイオードの接合は GaAs 基板51上に第1方向に形成される。この多層エピタキシャル接合は、n-型 AlGaAs 下部クラッド層52、 AlGaAs 活性層53、およびp-型 AlGaAs 上部クラッド層54からなる。下部クラッド層52のAl成分は約70%~80%であり、この下部クラッド層52の厚さは約0.5~3.0 μm である。上部クラッド層54のAl成分は約70%~80%であり、この上部クラッド層54の厚さは約0.5~3.0 μm である。活性層53のAl成分は約35%であり、この活性層53の厚さは約0.5~2.0 μm である。次に、図5に示すように、p-型オーム接触層57が上部クラッド層54上に第1方向に形成される。次に、透明基板56が、透明接着層55によって上部クラッド層

54とp-型オーム接触層57とに接着する。

【0052】次にGaAs基板51が、 $\text{NH}_4\text{OH}:\text{H}_2\text{O}_2=1:7:1$ のような腐食性エッチング液によって除去される。さらに、多層エピタキシャル接合の一部がウェットエッチングあるいはドライエッチングによって除去されて、p-型オーム接触層57が露出したチャネルを形成する。次に、n-型オーム接触層58が下部クラッド層52上に第2方向に形成される。次に、第1金属結合層59が上部クラッド層54上に、第2方向に形成され、電極チャネル60が上部クラッド層54の中に形成される。第2金属結合層61はn-型オーム接触層58上に第2方向に形成される。したがって、第1金属結合層59と第2金属結合層61とは、図5に示すように、透明基板56に関して同一側にある。

【0053】本発明によると、20mAの動作電流において、赤色光AlGaAs LEDの光波長は650nmである。そして、本発明の光の出力電力は、光吸収基板を有する従来のAlGaAs LEDの光の出力電力の2倍の大きさである。

【0054】本発明は、透明基板10を有し、またp-型オーム接触層28を第1金属結合層32と連結させる電極チャネル31とを有する発光ダイオードについて述べる。その結果として、第1金属結合層32と第2金属結合層34とは透明基板10に関して同一側にある。したがって、フリップチップ手法のチップパッケージを用いることができる。従来のワイヤボンディングを用いないのでチップの信頼性が向上する。さらに、透明基板10による光吸収を除去できるので発光効率が改善される。さらに、透明基板10のサファイヤ、ガラス、あるいはSiCのような材料は硬いので、基板の厚さを約100 μm に薄くしても工程中に破壊されることはない。したがって、本発明は薄い、小型のLEDを提供する。

【0055】本発明は、柔らかな透明接着層14を介してエピタキシャル接合と接着している透明基板10について述べる。したがって、エピタキシャル接合の表面が粗面であっても、透明基板10は透明接着層14を介してエピタキシャル接合と強固に接着する。

【0056】本発明を、現在最も実用的で好適と考えられる実施例に関連して述べたが、本発明はその実施例に制限されるものではない。本発明は、添付された請求項目の精神と目的の範囲内での各種の改変や等価の組合せをカバーするものである。

【0057】

【発明の効果】以上、詳述したように、請求項1に記載の発明によると、透明基板を用い、オーム接触電極を用いることにより、高発光効率を有するAlGaInP発光ダイオード(LED)が提供される。

【0058】請求項9に記載の発明によると、透明接着層を介して透明基板をエピタキシャル接合に接着させ、かつオーム接触電極を形成することにより、高発光効率を有するAlGaInP発光ダイオード(LED)の製造法が提供される。

【0059】請求項18に記載の発明によると、透明基板を用い、オーム接触電極を用いることにより、高発光効率を有するAlGaAs発光ダイオード(LED)が提供される。

【0060】請求項25に記載の発明によると、透明接着層を介して透明基板をエピタキシャル接合に接着させ、かつオーム接触電極を形成することにより、高発光効率を有するAlGaAs発光ダイオード(LED)の製造法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるAlGaInP発光ダイオードの一実施例の断面図。

【図2】本発明によるAlGaInP発光ダイオードの一実施例の断面図。

【図3】本発明によるAlGaInP発光ダイオードの一実施例の断面図。

【図4】本発明によるAlGaAs発光ダイオードの他の実施例の断面図。

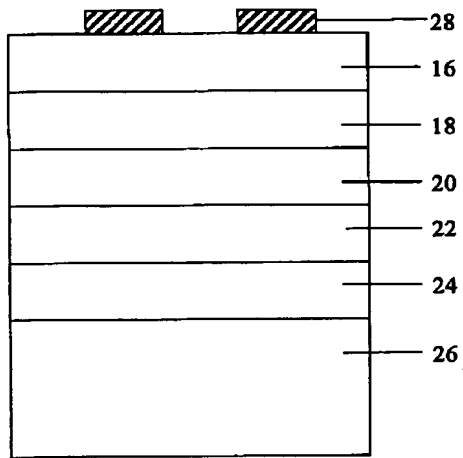
【図5】本発明によるAlGaAs発光ダイオードの他の実施例の断面図。

【図6】従来の発光ダイオードの断面図。

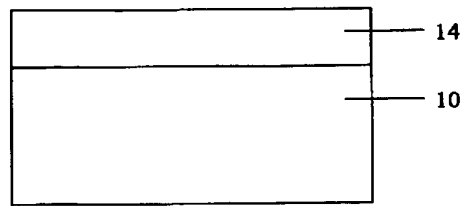
【符号の説明】

6…上部クラッド層、7…電流拡散層、10…透明基板、14…透明接着層、16…エピタキシャル層、18…上部クラッド層、20…活性層、22…下部クラッド層、24…エッチング停止層、26…GaAs基板、28…p-型オーム接触層、30…n-型オーム接触層、31…電極チャネル、32…第1金属結合層、34…第2金属結合層、51…GaAs基板、52…下部クラッド層、53…活性層、54…上部クラッド層、55…透明接着層、56…透明基板、57…p-型オーム接触層、58…n-型オーム接触層、59…第1金属結合層、60…電極チャネル、61…第2金属結合層。

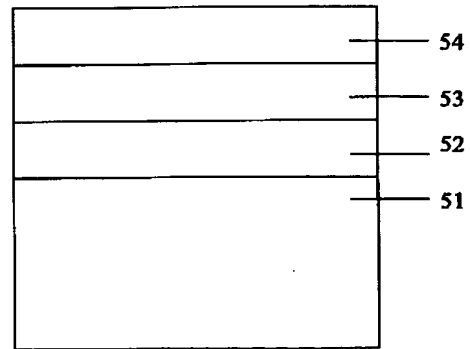
【図1】



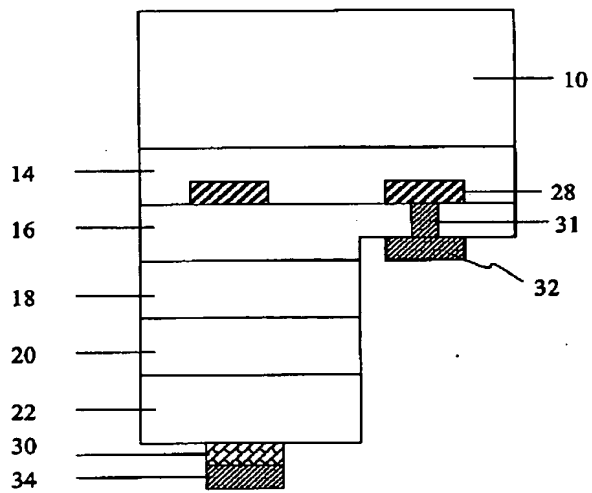
【図2】



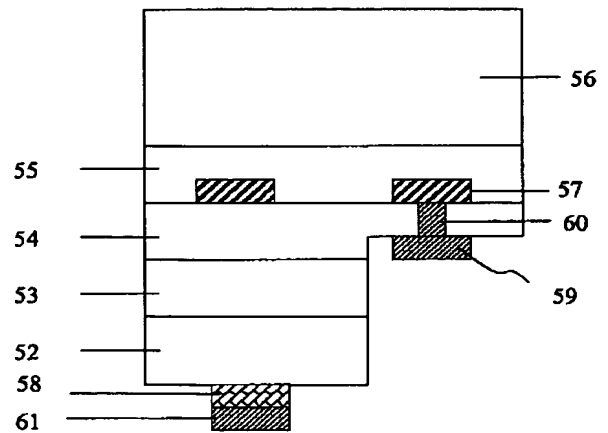
【図4】



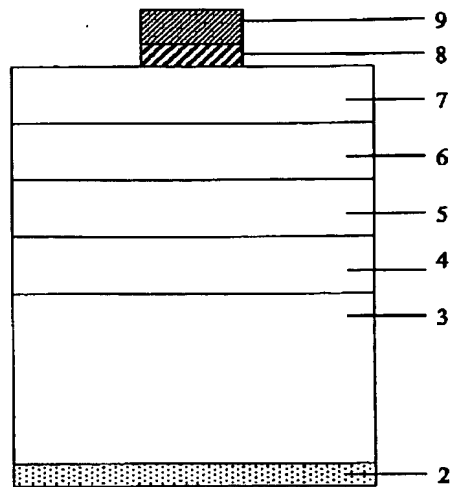
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 リン ジン イワン
台湾 シンヅウ サイエンスーベースト
インダストリアル パーク リーシン ロ
ード ナンバー10 9エフ ユナイテッド
エピタクシー カンパニー リミッテッ
ド 内

(72)発明者 ヤン クアン ヌン
台湾 シンヅウ サイエンスーベースト
インダストリアル パーク リーシン ロ
ード ナンバー10 9エフ ユナイテッド
エピタクシー カンパニー リミッテッ
ド 内

Fターム(参考) 5F041 AA03 AA41 AA47 CA03 CA04
CA05 CA13 CA22 CA34 CA46
CA77 CA93
5F045 AB18 AF04 AF05 BB16 CA10
DA53 DA54 DA55 DA63 DA64
HA14